

НАДЬ ЗОЛТАННЕ КРАЙКО ЭРЖЕБЕТ

ПОНЯТИЕ ХИМИЧЕСКОЙ ФОРМЫ ДВИЖЕНИЯ В СОВРЕМЕННОЙ ХИМИИ

Достигнутые в начале нашего столетия результаты в области физики, разработка квантовой механики вызвали скачкообразное развитие и в области химии. Эти результаты помогли более глубокому пониманию структуры химических веществ и их взаимодействия. С раскрытием структуры атомов новую трактовку получил ряд основных химических понятий. Изменение произошло прежде всего в самом понятии атома, ведь атомистическая теория Дальтона ещё предполагала их неделимость. С раскрытием взаимодействия элементарных частиц новую трактовку получило понятие частичного и целого. Их отношение можно было понять только лишь на основе диалектического материализма. Также видоизменилась и представление о молекулах, формировавшееся ещё в классической химии, и т. д.

Сказанное выше, а также и множество других факторов доказали, что данную Энгельсом картину *химической формы движения* материи необходимо видоизменить. Со стороны современной химии возникло требование к философам, заключающееся в том, чтобы они на основании современных достижений химии дали определение понятия химической формы движения материи и её разграничение.

В рамках теперешних наших возможностей мы сделаем попытку на основе специфики химических взаимодействий разграничить химические формы движения материи и, в тесной взаимосвязи с этим, систематизировать виды химических веществ.

1. Различные типы взаимодействий

Принцип неразделимости материи и движения был сформулирован Энгельсом на основе достижений естественных наук. В энгельсовской трактовке определяющую роль играет понятие, точнее, толкование взаимодействия: «Вся доступная нам природа образует некую систему, некую совокупную связь тел. ...в том обстоятельстве, что эти тела находятся во взаимной связи, уже заключено то, что они воздействуют друг на друга, и это их взаимное воздействие друг на друга и есть именно движение»¹ «Взаимодействие — вот первое, что выступает перед нами, когда мы рассматриваем движущуюся материю в целом с точки зрения теперешнего естествознания. ...Мы не можем пойти дальше познания этого взаимодействия именно потому, что позади его нечего больше познавать.»²

¹ К. Маркс—Ф. Энгельс: *Сочинение*, т. 20. стр. 392.

² К. Маркс—Ф. Энгельс: *Сочинение*, т. 20. стр. 546.

Мы считаем важным столь подробно цитировать эти рассуждения Энгельса о взаимодействии, потому что этим подтверждается следующий ход мыслей: если движение — это воздействие тел друг на друга, т. е. их взаимодействие — в энгельсовском смысле слова «тело» — и если нет ничего познаваемого за взаимодействием, то для рассмотрения различных форм движения нам необходимо сначала рассмотреть различные, принципиально возможные типы взаимодействий.

Изучение конкретных форм взаимодействий является задачей специальных наук, а общее изучение проблематики взаимодействия требует философского подхода.

Проблемы взаимодействия встречаются и в литературе о формах движения. Венгерские авторы стараются решить проблемы в основном согласно работам Кедрова.³

Кедров трактовал взаимодействие следующим образом: «Здесь и в дальнейшем под взаимодействием мы будем понимать взаимное соотношение материальных тел природы — физических частиц, химических веществ, механических масс...; которые по разному, но взаимно действуют друг на друга. В зависимости от характера воздействующих друг на друга тел взаимодействие может быть силовым действием, физическим, химическим, биологическим, также как механическое взаимодействие сталкивающихся тел.»⁴

Кедровское понимание этой проблемы, в первую очередь, позволяет выяснить общие и частные вопросы взаимного отношения различных форм движения материи. У него взаимодействие фигурирует как основа всякой формы движения. Далее, важным моментом является то, что он рассматривает не только взаимодействие отдельных частиц, но и взаимодействие всех элементов данной структуры, как коллектива. В соответствии с этим, специфика некоторой формы движения проявляется в том характерном взаимодействии, вследствие которого образовался конкретный вид материи, являющийся носителем данной формы движения. По нашему мнению, это и есть та основа, из которой можно исходить при изучении форм движения.

Так как конкретные типы взаимодействий, возникших в различных сферах действительности, изучаются специальными науками, мы воспользуемся для наших рассуждений результатами этих наук — в данном случае, в основном, химии и физики.

В современной физике различаются четыре основных типа взаимодействий:

1. *Гравитационное взаимодействие*: по общему закону гравитации Ньютона гравитационная сила прямо пропорциональна произведению взаимодействующих масс и обратно пропорциональна квадрату их расстояний. Если два тела с массами m_1 и m_2 находятся друг от друга на расстоянии r , то между ними действует сила:

$$F = f \frac{m_1 m_2}{r^2}, \text{ где } f = \text{const.}$$

2. *Электромагнитное взаимодействие*: специфика этого взаимодействия выражается законом Кулона, по которому электростатическая сила, возникаю-

³ См. например:

Horváth J.: *A mozgásformák összefüggéséről* In: Magyar Filozófiai Szemle, 1965. 801. I. Müller A.: *Anyag, struktúra, kölcsönhatási szintek*. In: Magyar Filozófiai Szemle, 1969. 240. I.

⁴ Б. М. Кедров: *Объект и взаимная связь естественных наук*. Budapest, Изд.-во Кошут. стр. 126.

шая между двумя зарядами прямо пропорциональна произведению зарядов и обратно пропорциональна квадрату их взаимного расстояния. Значит между двумя точечными зарядами Q_1 и Q_2 , между которыми расстояние r , действует сила:

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \text{ где } k = \text{const.}$$

Электростатическая сила может быть отталкивающей или притягивающей в зависимости от того, является ли знак зарядов одинаковым или противоположным. (Эйнштейн показал в своей теории относительности, что магнитная сила, по сути дела, является релятивистской поправкой закона Кулона, т. е. оказалось, что по характеру магнитная сила и электростатическая сила эквивалентны. Их сочетание дало часто встречающееся название: электромагнитная сила.)

3. **Слабые взаимодействия:** Из элементарных частиц встречаются у лептонов. Сюда же относятся взаимодействие мюонов, электронов, позитронов, нейтрино и антинейтрино с ядром и также процессы β -распада ядер. Процессы слабых взаимодействий считаются «медленными»: происходят за $10^{-10} \dots 10^{-8}$ сек. Интенсивность взаимодействия характеризуется «постоянной связью», величина которой в случае слабых взаимодействий составляет $7 \cdot 10^{-12}$.

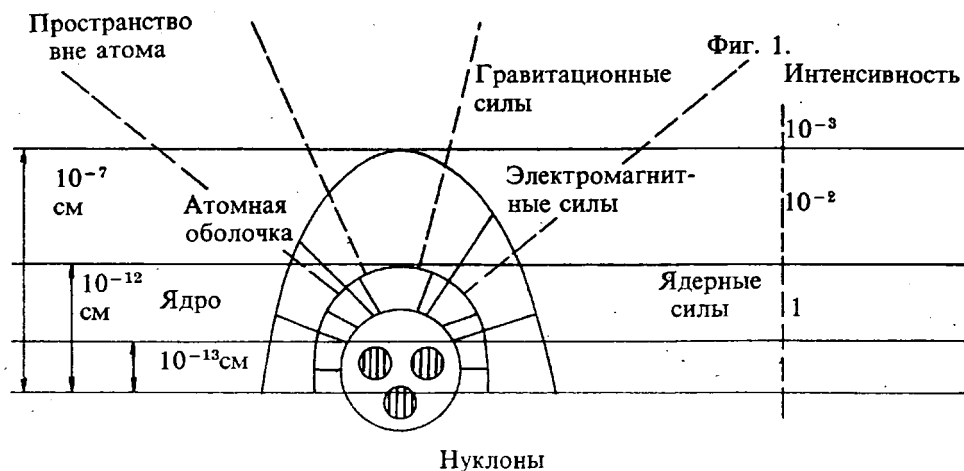
4. **Сильные взаимодействия:** Они характеризуют те процессы, в которых участвуют барионы, антибарионы или пионы и каоны. Ядерные силы, действующие между нуклонами ядер, обусловлены как раз сильным взаимодействием, так же как процессы образования и распада гиперонов и мезонов в случае ядерных взаимодействий высоких энергий. Процессы, обусловленные сильными взаимодействиями, являются «быстрыми», характерное время их реакции составляет $10^{-23} - 10^{-22}$ сек. Интенсивность сильных взаимодействий характеризуется «постоянной связью», равной 16.

Элементарные частицы могут принимать участие в трёх типах взаимодействий: сильных, слабых и электромагнитных. Электромагнитное взаимодействие возникает между любыми заряженными объектами, а гравитационное взаимодействие — между инертными массами. Суммируя характеристики различных типов взаимодействий, можно составить следующую таблицу:

Табл. 1.

Взаимодействие	Относительная интенсивность	Объект, участвующий во взаимодействии	Характерное время процессов	Дальность взаимодействия
Гравитационное	$F = f \frac{m_1 m_2}{r^2}$	инертная масса	—	$r > 10^{-7} \text{ см}$
Электромагнитное	$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$	Какой-нибудь заряженный объект	—	$r > 10^{-12} \text{ см}$
Слабое	$10^{-14} \dots 10^{-13}$	Мюонное и электронное семейство	$10^{-8} \dots 10^{-10}$ сек	$10^{-13} - 10^{-12} \text{ см}$
Сильное	1.	Барионы Мезоны	$10^{-23} \dots 10^{-22}$	$10^{-13} - 10^{-12} \text{ см}$

Учитывая, что взаимодействующие материальные объекты, как структурные коллективы, как совокупность определённых качеств вступают во взаимодействие, можно изобразить систему взаимодействий следующим образом.⁵



Изучение взаимодействий в неорганической природе на основе достижений частных наук позволяет систематизировать различные типы взаимодействий. Квантовая механика и различные отрасли физики раскрывают специфические свойства взаимодействий, на основании которых открывается возможность к обобщению и заключению философских и методологических выводов. Принимая во внимание специфику взаимодействий, можно установить следующее:

а) Взаимодействие является *всеобщим*: существование всякого конкретного существующего обусловлено каким-то взаимодействием или взаимодействиями. Далее, всякое конкретное существующее принимает участие в определённом взаимодействии. В таком случае, по отношению одного конкретного объекта можно различить две группы взаимодействий:

- внутренние и
- внешние взаимодействия;

б) *Интенсивность взаимодействия вообще обратно пропорциональна дальности действия*: чем более дальноедействующее данное взаимодействие, тем меньше его интенсивность.

в) Материальные объекты, участвующие в различных взаимодействиях, вступают во взаимодействие с другими объектами материального мира как целое, как коллектив, и это является следствием «внутреннего», «структурного» взаимодействия объекта. Частицы, участвующие в слабых, сильных и в электромагнитных взаимодействиях, тоже не являются бесструктурными, последними элементами материального мира. Вследствие сильного взаимодействия между ними образуется новый объект: атомное ядро. В случае ядра сильное

⁵ Modern fizikai kisenciklopédia Bp., 1971, — Gondolat Jávorszki—Detlaf: Fizikai zsebkönyv Bp., 1974, Műszaki, — Orear: Modern fizikai. Bp., 1971, Műszaki.

взаимодействие нуклеонов, как структурное взаимодействие, проявляется как взаимодействие между структурными элементами ядра, благодаря чему существует ядро, и в результате которого образуется атомное ядро, обладающее определенными свойствами. Благодаря внутренним взаимодействиям, ядро — опять таки как целостное участвовать в новом взаимодействии, отличающемся от «структурных» взаимодействий: в результате электромагнитного взаимодействия возникает качественно новое явление: образуется атом. С точки зрения атома «структурным» взаимодействием будет взаимодействие ядра с электронами. А атомы, как целые, вступают в дальнейшие взаимодействия. (Надо заметить, что понятие «структурного» взаимодействия употребляется нами в более узком смысле, чем «внутреннее» взаимодействие. Под «структурным взаимодействием» мы подразумеваем совокупность взаимодействий между структурными элементами данного объекта. Приведём простой пример: структурным взаимодействием метана CH_4 является совокупность взаимодействий атомов углерода и водорода. Существует ещё и сильное взаимодействие в метане, например между нуклеонами ядра углерода, но это уже — внутреннее взаимодействие; и несмотря на то, что это взаимодействие играет безусловно важную роль в существовании метана, с точки зрения физических и химических свойств метана, непосредственно определяющим фактором является именно взаимодействие атомов.)

г) Из вышеприведённых рассуждений следует, что познанные до сих пор материальные объекты — согласно представлениям Энгельса — образуют иерархическое структурное построение. По своей структуре материальный мир может быть разбит на качественно различающиеся уровни, которые, однако находятся в тесной взаимосвязи, и объективной основой такого разделения служат разные типы взаимодействий. Материальные объекты, принадлежащие к отдельным уровням, составляют группы видов материи.

А. М. Голуб и А. Н. Петрусенко в своей книге различные типы взаимодействий относят к микро-, макро-, и мегамиру: «Природа, согласно современным представлениям, включает в себя три качественно различных и в то же время взаимосвязанных мира: микро-, макро- и мегамир. Линейные размеры этих миров, насколько они познаны, лежат соответственно в диапазоне:

$$10^{-23}\text{см} — 10^{-6}\text{см}; 10^{-5}\text{см} — 5 \cdot 10^{24}\text{см}; 5 \cdot 10^{24}\text{см} — 2 \cdot 10^{28}$$

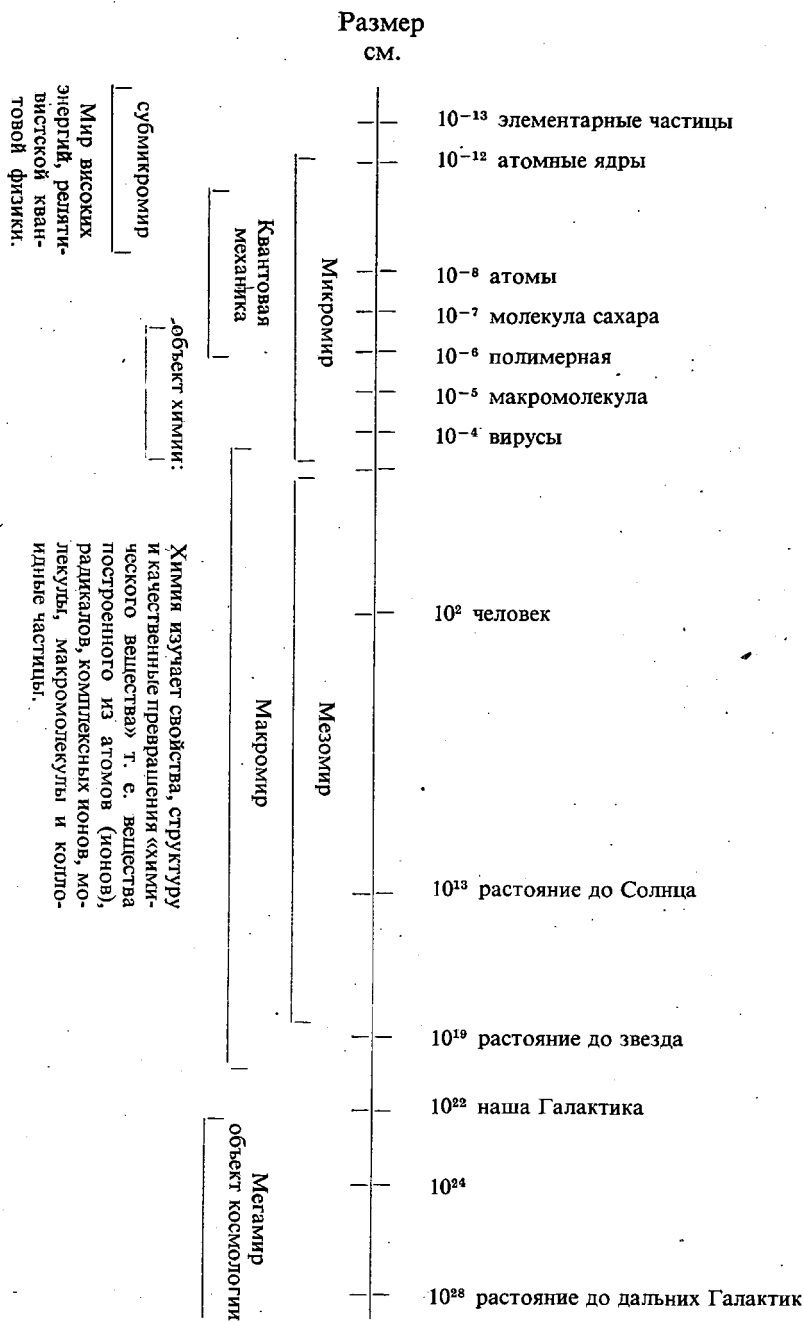
Каждый из этих миров — это система систем, связанных подчиняющихся некоторым типам для их специфики законам.»⁶

Проблематика видов материи тесно связана с вопросом форм движения, ведь различные виды материи являются носителями форм движения.

Систематизацию видов материи можно провести на разных глубинах и сечениях, т. е. имеется генетическая и структурная систематизация.

В ходе группировки видов материи в настоящем случае в качестве основы мы принимаем различные типы взаимодействий. А именно то, что возникновение объектов различных структурных уровней материи происходит в результате специальных структурных взаимодействий, а так же и то, что каждый из объектов принимает участие и в дальнейших, определённого типа взаимодействиях.

⁶ А. М. Голуб—А. М. Петрусенко: *Химия и реальность*. Изд. «В. И. Ленин и методологические вопросы современной науки» Киев, 1971. Изд-во «Наукового Думка», стр. 189.



При этом надо принимать во внимание, что в действительности вообще не существует резких границ, значит всякая классификация перекрывает, в определённой мере, объективные взаимоотношения разных областей, далее она соответствует нашему теперешнему знанию, т. е. нельзя считать её окончательной, завершённой.

В настоящее время в физике — по общепринятому разделению — имеется две основные формы материи:

1. проницаемая, континуальная форма; разные физические поля;
2. индивидуальные объекты: дискретная, не проницаемая форма проявления.

Эти две формы проявления материи находятся в неразрывной связи друг с другом. Гейзенберг охарактеризовал эту связь следующим образом: «Известно, что поле и элементарные частицы — это по существу две разных формы описания одной и той же вещи. К каждой элементарной частице принадлежит определенное поле, и каждому полю — элементарная частица, например электромагнитному полю — фотон, мезонному полю мезон, нейтринному полю нейтрино.»⁷

Теория поля является спорной и мало раскрытой областью современной физики, но по результатам, достигнутым до настоящего времени, ясно, что поле есть материя, точнее оно является одной формой проявления материи, ибо оно обладает атрибутами материи. (Таковыми являются полевые величины, которые описываются функциями пространства и времени.) Далее ясно, что между двумя формами проявления материи, происходит непрерывное взаимодействие, обмен и взаимное превращение.

Физики усиленно работают над созданием единой теории элементарных частиц.⁸ Ныне имеется два подхода к изучению внутренней структуры элементарных частиц:

1. В тех диапазонах энергии, где структурное строение не влияет на результаты межчастичного взаимодействия, можно рассматривать элементарные частицы как бесструктурные материальные точки. Характеристические величины при этом: масса покоя; электрический, барионный, лептонный заряд; спин, изоспин и их проекции; редкость и схема распада. Понятие материальной точки находится в согласии с теорией относительности. В таком приближении элементарные частицы рассматриваются при энергиях меньших $2m_0c^2$ (m_0 — масса покоя).

⁷ V. Heisenberg: *Válogatott tanulmányok*. Bp., 1967, Gondolat. 288. l.
Römp Kémiai Kislexikon. Bp., 1973, Technika.

⁸ Особенно привлекает внимание с точки зрения философии та гипотеза Ф. Гейзенберга и его сотрудников, по которой элементарные частицы представляют собой разные физические состояния, разные формы проявления так называемой «первоматерии». При этом, конечно не возможно считать эту «первоматерию» неподвижным бесструктурным последним элементом материи.

Но в то же время такое стремление Гейзенберга не обязательно означает редукционизм. Это хорошо видно из другой его работы, в которой он следующим образом отвергает редукционистские стремления: «Переход точных, естественных наук от ранее исследованных областей опыта к новым областям никогда не будет означать простого применения уже известных законов к этим новым областям. Наоборот, действительно новые области опыта всегда будут вести к возникновению новых систем научных понятий и законов, не хуже старых, поддающихся рациональному анализу, но обладающих существенно отличной природой.» В. Гейзенберг: *Философские проблемы атомной физики*. М., 1953. стр. 17.

Привлекает тоже внимание взгляд М. А. Маркова: *О понятии первоматерии* In: Вопросы философии, 1970. № 4. стр. 66.

2. В диапазоне энергий выше $2 m_0 c^2$ уже нельзя пренебречь внутренней структурой элементарных частиц, здесь они рассматриваются уже как целые единицы, как результаты взаимодействия своих структурных элементов.

Раньше уже говорилось о том, что элементарные частицы могут принимать участие в трёх типах взаимодействий, для этих взаимодействий характерны законы сохранения энергии, импульса, момента импульса, заряда и некоторые другие законы сохранения. По квантовой механике вероятностей прохождения некоторого процесса в первую очередь, определяется энергией взаимодействия участвующих в процессе частиц: если эта энергия велика, то данный процесс происходит быстро, с большой вероятностью. Из сравнения энергий взаимодействий элементарных частиц следует, что процессы, обусловленные сильным взаимодействием происходят с большей вероятностью. Характерны при этом: дальность действия: 10^{-13} см и независимость от заряда.

В результате зарядной независимости сильных взаимодействий (ядерных сил) нейтроны и протоны могут связаться, образуя при этом качественно новый объект, атомное ядро.⁹ Так как в ядре находятся нейтроны и протоны, нейтроны электрически нейтральные, а протоны обладают положительным электрическим зарядом, ядро само тоже обладает положительным зарядом. Число зарядов в ядре, конечно, равно числу протонов (порядковый номер элемента).

Положительно заряженное ядро, как целое теперь способно вступить в новый тип взаимодействия, в электромагнитное взаимодействие с отрицательно заряженными электронами, движущимися в кулоновском поле ядра. В результате этого взаимодействия образуется опять новый, качественно другой материальный объект: атом. Для определения строения атомов надо воспользоваться квантовомеханической проблемой многих тел, и изучать «структурные» взаимодействия между строительными элементами атома.

Вращение электронов вокруг ядра происходит на электронных оболочках. (Конечно сами ядра не остаются неподвижными, ядра и электроны движутся вокруг их общего центра масс.) Состояние каждого электрона характеризуется четырьмя квантовыми числами:

1. *Главное квантовое число*: Возможные его значения $n=1, 2, 3, \dots$; физическое значение: энергия электронов обратно пропорциональна квадрату главного квантового числа.

2. *Побочное квантовое число*: возможные значения: $l=0, 1, 2, \dots, n-1$; физическое значение: квантуется момент импульса электрона, абсолютная величина которого:

$$\frac{h}{2\pi} \sqrt{l(l+1)}$$

3. *Магнитное квантовое число*: возможные значения при заданном значении: $l: m_l = -l, -(l-1), \dots, -1, 0, 1, \dots, (l-1), l$.

Т. е. m_l может принимать $(2l+1)$ значений. Магнитное квантовое число выражает ограниченность направления момента импульса.

⁹ По Гейзенбергу нейтроны и протоны представляют собой разные состояния нуклона, при предположении существования новой степени свободы у нуклона: «изоспина». (Т. е. нуклон может проявиться в виде как нейтрона, так и протона.)

4. *Спиновое квантовое число*: возможные значения: $m_s = -1/2, +1/2$, физическое значение: Электрон обладает собственным магнитным моментом (—) вследствие вращения вокруг своей собственной оси.

Следовательно, квантовое состояние электрона однозначно определяется этими четырьмя квантовыми числами: главное квантовое число характеризует электронные оболочки, поскольку оно выражает энергетическое состояние электрона и тем самым и расстояние его от ядра; а добавочное квантовое число характеризует подуровни в данной оболочке. При образовании электронной конфигурации фигурируют два принципа: принцип минимума энергии и принцип Паули:

По *принципу минимума энергии* каждый электрон старается занять такое квантовое состояние которое соответствует наиболее низкому возможному уровню энергии.

Принцип Паули утверждает, что в одном атоме нет таких электронов, у которых все четыре квантовых числа совпадают.

Так как электроны на самой внутренней оболочке являются самыми близкими к ядру, по закону Кулона они присвязаны к ядру самой сильной связью, а электроны на самой внешней оболочке — самой слабой связью. Посредством электронов, находящихся на оболочке с наивысшим главным квантовым числом, *атом, как целое, может вступить в новое взаимодействие*, может участвовать в *химическом взаимодействии*, (спецификой химического взаимодействия мы займемся позже); и в результате химического взаимодействия возникает группа химических веществ. (Конечно, взаимодействие химических веществ приводит снова к образованию новых объектов материального мира: с одной стороны возникают неживые макроскопические тела, а с другой стороны образуются живые организмы. Но изучение этого вопроса выходит за рамки данной работы.)

На основе иерархической структуры неорганической природы можно установить, что в процессе осложнения дискретных форм матреального мира, при образовании качественно нового объекта, объекты, участвующие во взаимодействии, *сохраняются в виде структурных составных частей нового объекта*. Значит возникновение нового уровня происходит в форме *диалектического отрицания*: с одной стороны образовавшийся объект качественно отличается от своих составных частей, с другой стороны он является единым органическим образованием своих составных частей. *Свойства объекта нового уровня определяются свойствами и совокупностью взаимодействий составных частей, следовательно если мы хотим раскрыть эти свойства, нам надо обратиться к изучению объектов и их взаимодействий предыдущего уровня.*

д) Далее, в связи с взаимодействиями можно установить следующее общее обстоятельство: *между данным типом взаимодействия и качеством взаимодействующего материального объекта имеется диалектическое соотношение*. Это проявляется в том, что объект взаимодействия, как существование определённого качества является результатом определённого «структурного» взаимодействия. Далее в том, что данный тип взаимодействия определяется взаимодействующими материальными объектами.

е) Каждый, известный нам, конкретный тип взаимодействия определяется в первую очередь взаимодействующими материальными объектами. Кроме этого, конечно, существуют и другие определяющие факторы. Такими факторами являются например: расстояние взаимодействующих объектов, в некоторых случаях, температура, давление.

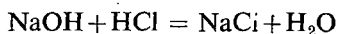
Учитывая, что взаимодействующие объекты находятся на определённых уровнях материального мира, можно различать:

а) *взаимодействие на одном уровне*: когда объекты взаимодействия находятся на одном и том же уровне материального мира.

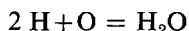
б) *взаимодействие между уровнями*: когда объекты взаимодействия принадлежат к разным уровням материального мира.

Существует больше многообразие *взаимодействий внутри одного уровня*, ведь конкретная форма взаимодействия зависит, в первую очередь, от качества взаимодействующих объектов, тем не менее, исходя из результатов взаимодействий можно провести дальнейшее подразделение, которое приводит к двум подгруппам:

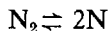
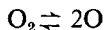
— Объект или объекты, возникшие в результате взаимодействия, принадлежат к тому же уровню, к которому принадлежали исходные объекты. В природе этот случай встречается часто, так что можно привести много примеров. Таким является, например: β -распад нейтрона (слабое взаимодействие): $n \rightarrow p^+ + e^- + \bar{\nu}$. В случае свободного нейтрона этот процесс всегда может произойти, а в случае нейтрона, связанного в ядре, — только при определённых условиях. (Если разность масс исходного и результирующего ядер больше массы покоя электрона, то процесс может произойти.) В процессе β -распада получаются протон, электрон и нейтрино (или соответственно антинейтрино). Можно привести в качестве такого примера на уровне химических веществ любую реакцию образования соли; простейшим случаем является реакция гидроокиси натрия с соляной кислотой:



— Взаимодействие может привести к образованию таких объектов, которые принадлежат к уровню материального мира, качественно отличающемуся от того уровня, на котором находились исходные объекты. Сильное взаимодействие, например, приводит к образованию атомного ядра из протонов и нейтронов. Или на уровне химических веществ простейшим примером является взаимодействие атомарного водорода с кислородом:

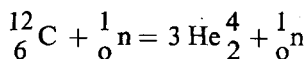


Далее, к этой же группе взаимодействий принадлежит диссоциация двухатомных молекул, связанных ковалентной связью:



Исходя из качества объектов, возникших в результате определённого взаимодействия, *межуровневые взаимодействия* также делятся на две группы:

— В одном случае образуются такие объекты, которые находятся на уровне одного из исходных объектов. Примером такого взаимодействия является распад атомного ядра углерода при столкновении его с нейтроном:



— Кулоновское взаимодействие между ядром и электроном служит примером такого взаимодействия, когда возникший объект (атом) принадлежит к уровню материального мира, отличающемуся от уровней исходных объектов.

При любой систематизации взаимодействий нельзя не учитывать то обстоятельство, что каждое разделение приводит к некоторому упрощению или искажению. В действительности, в случае реальных реакций всегда выступают одновременно несколько типов взаимодействий и их комбинации. (Здесь мы только указываем на сравнительно простой пример процесса неоднородного катализа.) Тем не менее, систематизация взаимодействий необходима как для общего изучения форм движений, так и для выделения отдельных форм движения.

2. Специфические свойства химических взаимодействий

Вследствие Кулоновского взаимодействия атомных ядер с электронами электронных оболочек образуются атомы. Атомы принадлежат к уровню материального мира, качественно отличающемуся от уровня ядер, и как целые единицы могут принимать участие в дальнейших взаимодействиях, которые приводят к появлению группы химических веществ.

В первом приближении *возникающие между атомами* — как составными частицами химического вещества — *«структурные» взаимодействия*, в результате которых возникает химическая связь между атомами, приводящая к возникновению химических веществ, *мы называем химическими взаимодействиями*. В результате химических взаимодействий образуются химические связи.

Общепринятая теория химических связей в настоящее время основана на квантовой механике. Для выяснения сути химических взаимодействий, химических связей, для раскрытия специфических свойств химических взаимодействий нам необходимо рассмотреть характер структурных взаимодействий атомов. По квантовой механике структурные взаимодействия атомов обладают электростатическим характером. Атомы, как целые, являются электрически нейтральными.

Квантовая механика раскрыла структуру атомов, строение электронной оболочки. По квантовой механике строение электронной оболочки определяется принципом минимума энергии и принципом запрета Паули. В квантовой механике вероятность нахождения электронов в атоме описывается волновым уравнением (уравнением Шредингера), и, как мы уже выше изложили, расстояние электронов, точнее, электронных оболочек от ядра задаётся главным квантовым числом ($n=1, 2, 3, \dots$); форма электронных оболочек, т. е. подуровни — добавочным квантовым числом ($l=0, 1, 2, n-1$), пространственная ориентация орбит — магнитным квантовым числом ($m_l=0, \pm 1, \dots \pm l$), а спин электрона — спиновым квантовым числом. ($\pm 1/2$)

Методы квантовой механики позволяют определить энергетические уровни, принадлежащие к данным электронным орбитам. Обозначая электронные оболочки при $n=1$ через K , $n=2$ через L и т. д., а подуровни при $l=0$ через s , $l=1$ через p и т. д., можно заключить, что минимальному энергетическому уровню соответствует s -орбита в K оболочке. Этому состоянию соответствует сферическое распределение заряда. На s -орбите «С» могут находиться два электрона с противоположными спинами. В каждой дальнейшей оболочке можно найти соответствующие s -орбиты. Электроны в p состоянии уже не обладают сферическим распределением заряда. p -орбиты расположены перпендикулярно относительно друг друга, и в силу принципа Паули, на каждой из них могут находиться два электрона с противоположными спинами.

По закону Кулона электроны, находящиеся на самых внешних оболочках, присвязаны самой слабой связью к ядру. Поэтому через посредство электронов самой внешней оболочки, атом как целый может вступить в новое взаимодействие, может связаться с другими атомами.

Одним из условий образования химического взаимодействия между атомами является достаточное приближение атомов друг к другу. *Возникновение связи между атомами обусловлено деформациями электронных оболочек, причём главным образом деформацией внешней оболочки.* В этом случае гравитационным взаимодействием можно пренебречь. Однако это взаимодействие отличается по характеру от слабых или сильных взаимодействий элементарных частиц.

Электронная структура внешней оболочки атома находится в непосредственной связи с валентностью химических элементов. Эта связь проявляется в том, что электронная структура внешних оболочек инертных газов характеризуется (s^2p^6) конфигурацией (так наз. «восьмиелектронная» конфигурация), которая приводит к химической инактивности; инертные газы либо очень трудно, либо вообще не вступают в реакции. А число валентности остальных химических элементов составляет именно столько, сколько электронов не хватает во внешней оболочке для восьмиелектронной конфигурации инертных газов, или, соответственно-сколько электронов являются лишними для конфигурации инертного газа. Таким, образом, *химическая связь обусловлена электронами s и p подуровней электронной оболочки с наивысшим главным квантовым числом.*

Итак, восьмиелектронная конфигурация обладает особой стабильностью, т. е. она образует замкнутую структуру. Эта особенность восьмиелектронной конфигурации вызвана тем, что она объединяет восемь, очень близлежащих энергетических, квантовых состояний, образуя, таким образом, гораздо более низкое энергетическое состояние, чем следующий возможный энергетический уровень. Поэтому, чтобы перевести электрон из восьмиелектронной конфигурации в состояние с более высокой энергией необходимо затратить существенное количество энергии.

Принцип минимума энергии и принцип Паули остаются в силе и при деформации внешней электронной оболочки, когда через неё осуществляется какая-то химическая связь. Исходя из принципа минимума энергии, два или более атомов могут образовать стабильную конфигурацию, если эта конфигурация соответствует более низкому энергетическому уровню, чем атомарное состояние. Итак, если например образовалась молекула, её энергия должна быть меньше, чем сумма энергий отдельных составных атомов. Разность энергий атомарных и молекулярных состояний называется *энергией связи*, и она является одной из характеристических величин химических связей.

В случае химических связей также действует принцип Паули: если он не выполняется, не реализуется химическая связь, которая в свою очередь обусловлена принципом минимума энергии.

При рассмотрении химических взаимодействий, химических связей на основе квантовой механики открывается возможность раскрытия специфических свойств химических связей. Можно различить следующие типы химических связей:

Ионная связь: Ионная связь образуется так, что один из взаимодействующих атомов отдаёт электрон, а другой атом принимает этот электрон. Таким образом возникают положительно и отрицательно заряженные ионы, которые

связаны электростатической силой. В случае такой связи действует закон Кулона. Значит, силы в ионной связи не обладают выделенным направлением, т. е. они изотропны. Вследствие этого, в соединениях ионной связи нет молекул в состояниях расплава и кристалла. По существу весь кристалл или расплав состоит из стехиометрического множества относительно самостоятельных, противоположно заряженных ионов.

В случае ионной связи валентность атомов определяется тем, сколько электронов данный атом может отдать или принять, т. е. кратностью положительности или отрицательности иона, в который перешёл данный атом. Поскольку электроны с внешней оболочки нетрудно отдаются, элементы первых трёх столбцов периодической системы Менделеева, отдачей 1, 2, 3, электронов, переходят соответственно в +1, +2, +3, кратные ионы, т. е. их валентность 1, 2, 3, элементы же, V, VI, VII, столбцов сравнительно легко принимают электроны, и тем самым образуют -1, -2, -3, кратные отрицательные ионы, значит их валентность также 1, 2, 3.

Типично ионными соединениями являются щёлочно-галогидные соли, которые образуются из ионов элементов I. и VII. столбцов периодической системы.

В ионных соединениях помимо электростатического взаимодействия ионов, наблюдаются и другие взаимодействия, ибо ионы взаимно поляризуют друг друга, т. е. оказывают противоположно направленное влияние на ядра и на электронные оболочки друг друга, что приводит к смещению ядер относительно электронных оболочек. Сами электронные оболочки изменяют свою форму, в следствие чего в большей или меньшей степени деформируются и ионы.

Так как в ионных связях для электростатического взаимодействия действует закон Кулона, можно вычислить и *энергию связи*, учитывая, что *длина связи* равняется сумме радиусов связанных ионов.

Ковалентные связи: Составляют следующую группу химических связей. Силы, действующие в ковалентных связях возникают также вследствие изменения электронной конфигурации внешней оболочки, но при этом те электроны, которые нужны для дополнения до восьмизлектронной конфигурации, берутся от взаимодействующих атомов так, что эти электроны одновременно принадлежат ко всем атомам взаимодействия. Факт образования ковалентной связи выражается именно тем, что некоторые электроны принадлежат не к одному атому, а сразу ко многим. Значит, если нет общих электронов, то между отдельными нейтральными атомами нет химической связи.

Типичным примером ковалентной связи служат молекулы, состоящие из одинаковых атомов: H_2 , Cl_2 , O_2 и т. д.

В случае двух водородных атомов взаимодействие описывается следующим образом: если расстояние между двумя атомами водорода больше диаметра электронных орбит, то между диаметром орбит два электрона подвергаются влиянию обоих протонов, и — в случае антипараллельности спинов — электронные орбиты изменяются так, что оба электрона вместе принадлежат к обоим протонам; каждый из электронов непрерывно обменивается между протонами. (Подобно тому, как в случае обменного взаимодействия в ядре, когда нейтроны и протоны непрерывно обмениваются зарядами.)

Итак, ковалентные связи обладают квантово-механическим характером, и для простейших случаев можно записать уравнение Шредингера, на основе которого можно вычислить *силу связи*.

При ковалентной связи каждая пара общих электронов восьмизлектронной конфигурации связанных атомов соответствует одной валентности. А число валентности соответствует числу электронов, которые способны образовать такие коллективные пары. Так как электроны атомов принимающие участие в образовании ковалентной связи, принадлежат к каждому взаимодействующему атому, электронные оболочки частично проникают друг в друга, т.е. они перекрываются. Конечно, внутренние замкнутые оболочки не изменяются, перекрываются только внешние оболочки, и это обстоятельство должно учитываться при расчёте длины связи.

Атом углерода особенно приспособлен для образования ковалентной связи в различных органических соединениях. Характерно для атома углерода, что он легко распределяет свои электроны по другим атомам углерода, образуя таким образом цепочку из многих атомов; эта проблема исследуется в органической химии.

Координативные или дативные связи: образуют следующую группу химических связей. Координативная связь образуется тогда, когда электронная конфигурация внешних оболочек взаимодействующих атомов такова, что стабильная восьмизлектронная конфигурация не может образоваться через посредство таких электронных пар, которые были описаны в случае ковалентной связи. При этом стабилизация наступает так, что один из взаимодействующих атомов (донорный атом) отдаёт нужное количество электронов другому атому (акцептору).

Связь кислорода и углерода в СО является типичным примером координативной связи. Во внешней оболочке углерода находится 4 электрона, а у кислорода 6. Химическая связь между атомом углерода и атомом кислорода осуществляется так, что кислород вступает в связь через две пары электронов, а углерод — через одну пару.

Из сказанного следует, что донор-акцепторные связи являются ассиметричными и возникшая молекула оказывается полярной. (Часто ассиметрия обозначается в формулах через стрелки.)

С точки зрения химической связи *металлическая* связь занимает промежуточное место между ионной и ковалентной связями.

Некоторые свойства металлов (электропроводность, кристаллическая структура и т.д.) указывают на то, что между атомами металлов не может возникать ни ионная, ни ковалентная связь. В случае металлов атомы упакованы более сжато, чем это возможно по размерам внешних электронных оболочек. Такая структура вынуждает электроны — по принципу Паули — занимать более высокие энергетические уровни. Такая конфигурация у металлов соответствует более низкому энергетическому состоянию, чем то состояние, при котором атомы сидят дальше друг от друга.

В случае металлической связи внутренние оболочки металлических атомов настолько приближаются, что внешние электроны притягиваются ядрами соседних атомов. В результате этих влияний внешние электронные оболочки каждого атома равномерно распределяются по всему кристаллу, образуя при этом как бы «электронный газ». Этот электронный газ окружает положительные ионы металла. Электроны электронного газа свободно движутся по всей кристаллической решётке и в одинаковой мере принадлежат ко всем атомам решётки.

Водородные связи занимают особую позицию среди химических связей. Встречается название: *водородный мостик*. Несмотря на то, что водород является

одновалентным, в ряде таких соединений, которые содержат водород (главным образом —FH, —OH, —NH, группы), возникает новый, отличный от прежних, тип химических связей. Особенность связи заключается в том, что одновалентный водород одновременно находится в химическом взаимодействии с двумя атомами, расстояние между которыми меньше суммы атомных радиусов.

Характер водородной связи ещё во многих отношениях не выяснен. Она не может быть ковалентной связью, ведь это противоречит принципу Паули, а также не может быть ионной связью, так как силы действуют не между ионами. Для объяснения водородной связи, важным является то обстоятельство, что атомы, связанные с водородом, находятся на неодинаковом расстоянии от него. Возникающие при этом взаимодействия могут быть объяснены тем, что если водород связывается с сильно отрицательным атомом, то этой последней притягивает к себе водород; а потом уже электрическое поле деформированного водорода взаимодействует с другим атомом, в результате чего возникает водородный мостик.

Странное поведение воды при температуре около $+4^{\circ}\text{C}$ объясняется, например, на основе водородной связи.

В настоящее время можно выделить перечисленные химические связи. Однако эти типы связей в чистом виде реализуются очень редко, они являются как бы идеальными предельными случаями, а в действительности осуществляются промежуточные случаи.

Химическое взаимодействие, вернее характер химической связи, образованной в результате данного взаимодействия, определяется не только непосредственным взаимодействием ближайших атомов, но и другие атомы окружения вносят свой вклад в это взаимодействие. Далее необходимо учитывать и то, что в данной системе помимо химических взаимодействий существуют и другие типы взаимодействий, (термические, механические, и т.д.).

Если подвести итог всему сказанному о возникновении химических взаимодействий и связей, можно прийти к следующим общим утверждениям:

- Каждое химическое взаимодействие сводится к движению электронов внешних незаполненных оболочек атомов. Внутренние, заполненные оболочки, атомов не принимают участие в этих взаимодействиях. Следовательно внутренние оболочки остаются почти неизменными в процессе взаимодействия в то время, как электронная конфигурация внешней оболочки изменяется.
- Характер химической связи определяется средней по времени отрицательной зарядовой плотностью электронов, движущихся вокруг ядер (см. перечисленные основные типы).
- При образовании химических связей, помимо химических взаимодействий фигурируют и другие (термические, механические и т.д.) взаимодействия. Таким образом для реализации химической связи требуется и выполнение условия наличия подходящих давления и температуры.
- Атомы, составляющие молекулы, химические вещества, не находятся в состоянии покоя, а совершают колебательное движение вокруг положения равновесия. Согласно этому, химические связи не являются жёсткими, а, как «пружины», они растяжимы и сжимаемы.
- Характерные величины химических взаимодействий: длина связи: меньше,

чем сумма радиусов двух взаимодействующих атомов. *Энергия связи:* порядка (10—200) $\frac{\text{ккал}}{\text{мол}}$.

— Для химических связей возможно *насыщение*. Эта особенность может быть объяснена с помощью квантовой механики, ибо при образовании химической связи каждый атом вступает во взаимодействие через такое количество своих электронов, которое является лишним или недостойным для образования восьмизлектронной конфигурации.

Перечисленные признаки характеризуют специфический тип взаимодействий — химическое взаимодействие.

Если сравнить вышеприведенные утверждения о химических взаимодействиях со сказанным о взаимодействии вообще, то можно указать место химических взаимодействий в таблице 1., по следующим признакам:

Относительная сила химической связи: (10—200) $\frac{\text{ккал}}{\text{мол}}$.

Объекты химических взаимодействий: химические вещества (Под химическим веществом мы подразумеваем атомы, ионы, молекулы, макромолекулы, комплексные соединения, свободные радикалы. В дальнейшем химические вещества будут рассмотрены подробнее).

Длина взаимодействия: меньше чем сумма радиусов взаимодействующих атомов.

Итак, химические взаимодействия в таблице находятся между гравитационным и электромагнитным взаимодействиями:

Таблица 2.

Взаимодействие	Относительная сила	Объекты взаимодействия	Длина взаимодействия
Гравитационное	$F = f \frac{m_1 m_2}{r^2}$	Инертные массы	$r > 10^{-7} \text{ cm}$
Химическое	Порядка (10—200) $\frac{\text{ккал}}{\text{мол}}$	Химические вещества	Меньше чем сумма радиусов двух взаимодействующих атомов
Электромагнитное	$F = f \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$	Заряженные объекты	$r > 10^{-12} \text{ cm}$
:	:	:	:

Далее можно установить, что для атомов химические взаимодействия являются *внешними*, а для остальных химических веществ — *структурными*. Конкретные проявления химических взаимодействий относятся ко *взаимодействиям внутри одного уровня*.

3. Отделение химической формы движения от физических форм движения на основе химических связей

Химические связи образуются в результате непосредственного химического взаимодействия, которое осуществляется посредством электронов внешних оболочек взаимодействующих атомов. Далее, между атомами, молекулами и т.д. могут возникнуть и другие косвенные взаимодействия. Эти взаимодействия часто называются *межмолекулярными* или *внутрисвязными взаимодействиями*. Рассмотрение этих взаимодействий важно не только потому, что они по своему характеру оказывают более или менее значительное влияние на химические взаимодействия, но и потому, что различные действия притягивающего или отталкивающего характера, возникающие между молекулами, могут привести к *новым, не химическим связям этих последних*.

В литературе эти взаимодействия не химического характера классифицируются по дальности взаимодействия.¹⁰

а) Дальнействующие взаимодействия проявляют характер притяжения. Сюда относятся:

- Различные электронные сдвиги, которые возникают внутри молекулы, вследствие чего молекула поляризуется. Часто встречаются электронные сдвиги в органических молекулах. Величина электронного сдвига тем больше, чем больше разность между электрон-отрицательностью связывающихся атомов.
- Индукционное влияние, когда в электрическом поле дипольной молекулы поляризуется и другая молекула, т.е. в последний индуцируется дипольный момент.
- Электростатическое притяжение, которое возникает в результате дипольного взаимодействия и приводит к возникновению так называемых ориентирующих сил, которые стараются ориентировать молекулы так, чтобы вектора их дипольных моментов были параллельны некоторой прямой.

Так как характер химической связи определяется распределением плотности заряда внешней электронной оболочки, в случае перераспределения зарядовой плотности, особенно если оно существенное, значительно изменяется и характер химической связи. Хорошо иллюстрируется этот случай на примере органических соединений, содержащих сопряженную двойную связь, когда так называемые «пи» электроны двойных связей частично переходят в синглетную связь, лежащую между двумя двойными связями, как бы образуя частичную коллективизацию, что в конечном итоге повышает стабильность соединения. (Это проявляется в специальной форме в случае бензола).

б) Межмолекулярные взаимодействия имеют небольшую длину связи и проявляются в виде отталкивания. Если расстояние между молекулами меньше 10^{-7} см, то либо возникает сила отталкивания, либо образуется новая химическая связь, если это возможно. Сила отталкивания убывает с расстоянием центров молекул по закону:

$$F_{\text{отт}} = \frac{1}{r^n}, \quad \text{где } n = 9$$

¹⁰ См. например: Römpp Kémiai Kislexikon. Bp., 1973, Technika.

Взаимодействия молекул обычно называются взаимодействиями ван дер Ваальса и доказываются термодинамическим поведением газов под низким давлением, далее отклонением поведения реальных газов от поведения идеального газа.

Если сравнить химические взаимодействия с ван дер ваальсовскими, то можно установить, что *речь идёт о двух — по существу — разных типах взаимодействий*. Это подтверждается и сравнением характеристик взаимодействий:

интенсивность химических взаимодействий порядка $10\text{--}200 \frac{\text{ккал}}{\text{мол}}$, а энергия

ван дер ваальсовских сил не превосходит $0,1\text{--}10 \frac{\text{ккал}}{\text{мол}}$. Можно их разли-

чить и по длине взаимодействия, ибо она оказывается меньше суммы радиусов взаимодействующих атомов в случае химической связи, а в случае же сил ван дер Ваальса эта величина всегда больше, чем 10^{-7} см.

Указанное расхождение объясняется различием физических причин взаимодействий двух типов. Принимая во внимание физические причины, существенное различие между химическими и ван дер ваальсовскими взаимодействиями, (это различие и служит основой для их разделения) заключается в том, что при образовании химической связи внешняя электронная оболочка деформируется, через неё и осуществляется химическое взаимодействие, в то время как при возникновении сил ван дер Ваальса электронная конфигурация атомов или молекул существенным образом не изменяется. Это подтверждается и тем, что в противовес химическим связям, связи ван дер Ваальса не насыщаются, и в большинстве случаев силы ван дер Ваальса оказываются аддитивными, силы ван дер Ваальса влияют тем сильнее, чем молекулы тяжелее, т. е. они растут с ростом размеров молекул. (Этим объясняются, например, различия физических свойств некоторых членов в однородных цепочках органических соединений.)

Однако при таком рассмотрении нельзя упускать из виду, что материальные объекты химических и ван дер Ваальсовских взаимодействий принадлежат к группе химических веществ. Учитывая это обстоятельство, можно разделить эти два типа взаимодействий так, что с точки зрения химических веществ, химические взаимодействия являются *структурными*, за исключением, конечно, атомов, которые образуют *внешнее* взаимодействие. С другой стороны, взаимодействия ван дер Ваальса, с точки зрения всей группы химических веществ, являются *внешними*, такими в результате которых образуется часть макроскопических тел.

Таким образом на основе такого сравнения в химических взаимодействиях молекулы и атомы принимают участие как индивидуумы, в то время как для реализации ван дер ваальсовских взаимодействий необходимо участие определенного коллектива химических веществ.

Учитывая вышеприведённые характеристики ван дер ваальсовских взаимодействий, таблица системы взаимодействий приобретает следующий вид:

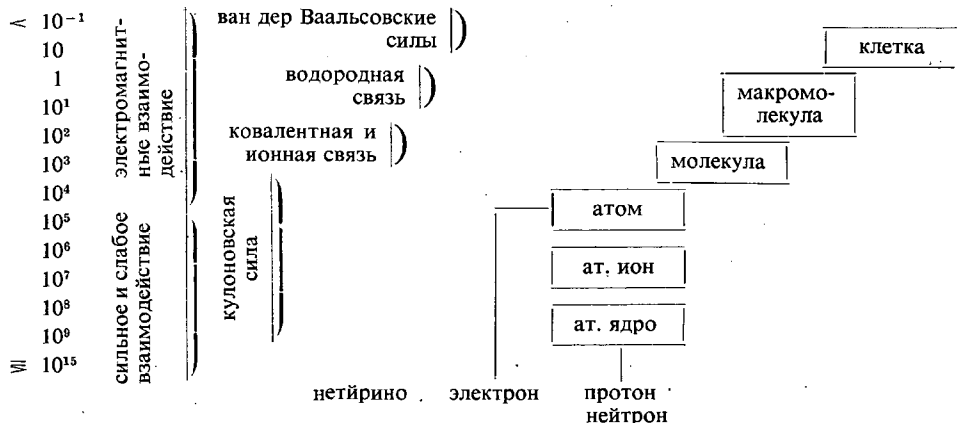
Табл. 3.

Взаимодействие	Относительная сила	Объект взаимодействия	Длина взаимодействия
Гравитационное	$F = f \frac{m_1 m_2}{r^2}$	Инертные массы	$r > 10^{-7} \text{ cm}$
ван дер Ваальсовские	0,1 — 10 ккал/мол	Химические вещества	Больше чем сумма радиусов взаимодействующих атомов
Химические	10 — 200 ккал/мол	Химические вещества, взаимодействующие посредством электронов внешних оболочек	Меньше чем сумма радиусов взаимодействующих атомов
Электромагнитное	$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$	Заряженные объекты	$r > 10^{-12} \text{ cm}$
Слабое	$10^{-14} — 10^{-13}$	Мыонное и электронное сечение	$(10^{-13} — 10^{-12} \text{ cm})$
Сильное	1.	Барионы, Мезоны	$(10^{-13} — 10^{-12} \text{ cm})$

Если из таблицы выделить данные о длине объектов взаимодействия и провести их систематизацию, то полученное построение отражает часть иерархического ряда видов материи. Определённые типы взаимодействий могут быть сопоставлены с отдельными группами видов материи так, что с каждой группой видов материи сопоставляется определённый тип взаимодействия, которое — как *структурное взаимодействие* — определяет специфику данного вида материи; далее, с каждым видом материи могут быть сопоставлены дальнейшие внешние взаимодействия. На этой основе была составлена схема 2. Из внешних взаимодействий здесь указаны только те, в результате которых образуются объекты, принадлежащие уровню, отличному от уровня исходных объектов.

Фиг. Пекарека

Энергия порога существования эв.



В определённой степени мы находим подобную систематизацию и у Л. Пекарека¹¹, из которой здесь мы приведём подобную нашим представлениям часть. По представлениям Л. Пекарека и химические связи и взаимодействия ван дер Ваальсовского типа возникают в результате электромагнитных взаимодействий, и тем самым уничтожаются существенные различия, существующие между двумя типами взаимодействий, а именно те различия, на основании которых можно установить, что мы здесь имеем дело с двумя, в качественном отношении отличающимися друг от друга типами взаимодействий.

После систематизации различных типов взаимодействий, основой для дальнейших рассуждений служат идеи Энгельса о движении и взаимодействии.

Если влияние тел друг на друга, т. е. их взаимодействие есть движение, то система взаимодействий каким-то образом может быть сопоставлена с системой форм движения. Эта проблема будет рассмотрена позже. Здесь мы укажем только на те основные обстоятельства, которые обязательно должны учитываться при отделении химической формы движения от физической.

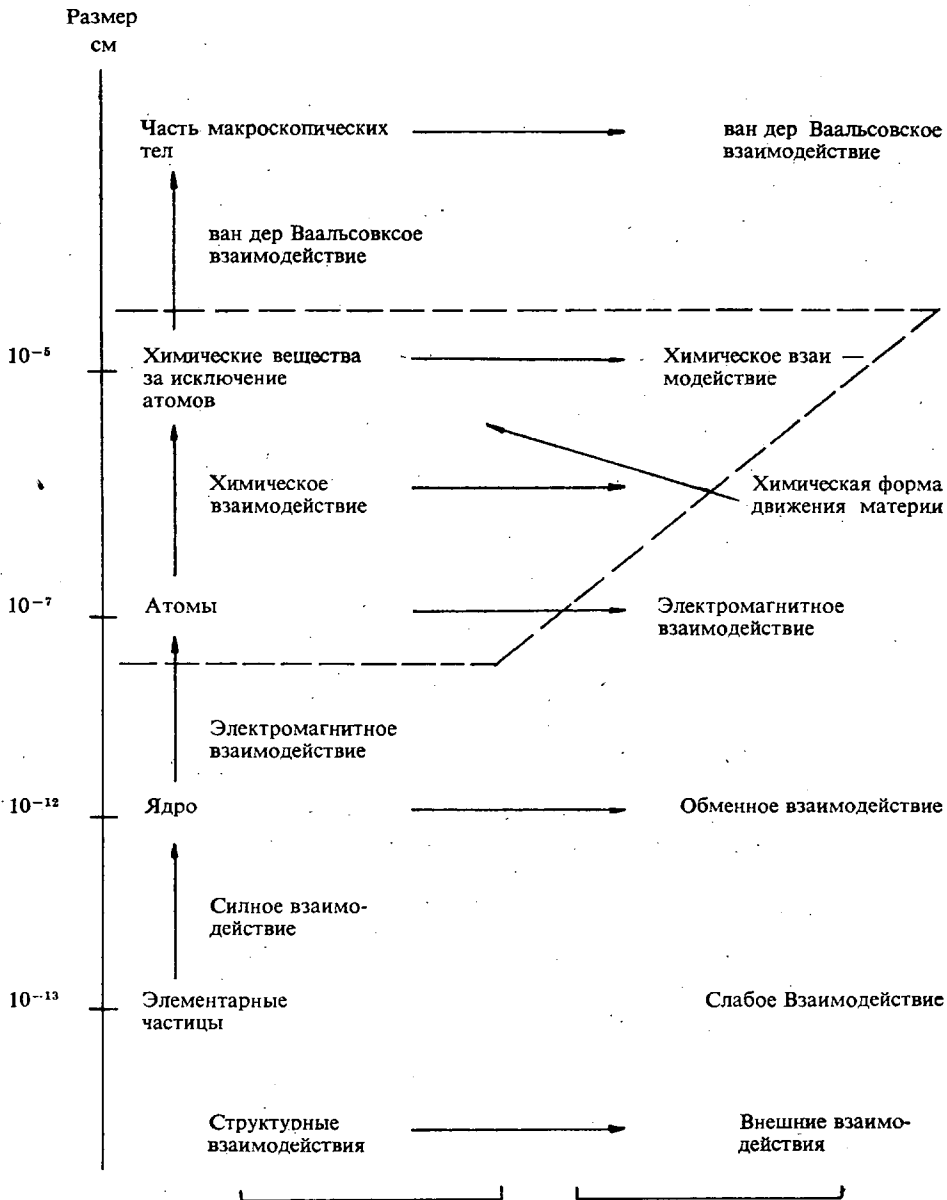
Одним из таких моментов является то, что однозначное сопоставление, т. е. один тип взаимодействия — одна форма движения, невозможно. Более правильным кажется такой подход, при котором основные формы движения сопоставляются с некоторыми интервалами взаимодействий, ведь эти последние как бы накладываются друг на друга, т. е. они играют определённую роль с точки зрения существования или особенностей данных объектов, в виде внутренних или структурных взаимодействий, а это в конечном итоге оказывает влияние на дальнейшие внешние взаимодействия данного объекта. Далее необходимо учитывать и то, что различные типы взаимодействий определяются качеством взаимодействующих материальных объектов совместно с условиями взаимодействия.

Также невозможно провести однозначное (один—один) сопоставление различных видов материи с формами движения, тем не менее исходной основой для изучения не только *общей проблематики форм движения*, но и *отдельных конкретных форм движения*, именно по выше приведённым рассуждениям — по нашему мнению — *главным образом может служить раскрытие специфики материальных носителей форм движения*. Правомерность подхода к изучению форм движения со стороны материальных носителей подтверждается и принципом диалектического материализма о неразделимости материи и движения.

В первом приближении правильным кажется такое сопоставление, при котором определённый тип взаимодействия осуществляется в виде структурного или внешнего взаимодействия, и это рассматривается как проявление некоторой основной формы движения. При этом, конечно, надо учесть, что возможны и другие сопоставления, далее, что систематизация взаимодействий и форм движения всегда приводит к некоторой жёсткости системы, которая никак не может отражать дальнейшие взаимоотношения, переходы, т. е. не может отражать «тонкую структуру». Поэтому такую систематизацию нельзя считать ни всеильной, ни законченной.

Выделение химической формы движения на схеме 2. была сделана на основе вышесказанного. *Под химической формой движения подразумевается сово-*

¹¹ Л. Пекарек: *Единство объектов природы с точки зрения наук о неживой природе*. In: *Физическая наука и философия*. М., 1973., Изд.-во «Наука» стр. 153.



купность изменений, в результате которых образуются или разрываются химические связи, т. е. совокупность таких процессов, которые происходят посредством электронов внешних электронных оболочек атомов.

Как видно на схеме 2. носителями химической формы движения являются химические вещества, а в случае образования и разрушения химических связей речь идёт о следующих типах взаимодействий:

- Взаимодействия, которые соответствуют переходу с одного уровня материального мира на другой, конкретно — с уровня атомов на уровень остальных химических веществ, и наоборот.
- Взаимодействия, участники которых представляют собой различные объекты уровня одного качества, и в этом случае взаимодействие привело бы к образованию материального объекта нового качества, который принадлежал бы другому структурному уровню материального мира.

Отсюда следует, что *химическая форма движения* не является единой формой движения материи, она *обладает неоднородным характером*. В самой химической форме движения можно провести дальнейшее подразделение. Это возможно с одной стороны потому, что — судя по взаимодействиям — речь идёт о связанности двух структурных уровней материальн огомира, точнее о переходах между этими уровнями; далее, о совокупности изменений внутри одного уровня. А с другой стороны — потому, что сам химический вид материи не является однородной. Т. е. мы имеем дело с группой вида материи, внутри которой имеются различные степени организации. Правильнее, поэтому, вместо термина химической формы движения употреблять выражение: *группы химических форм движения*.

В случае химических веществ химические взаимодействия обладают определяющим характером, но они не исчерпают всевозможные в заимодействия на этом уровне. Встречаются проявления многих других типов взаимодействий. Следовательно, в химических реакциях помимо химических форм движения и другие формы движения играют некоторую роль, но специфика процессов определяется образованием и разрушением химических связей.

Как видно из предыдущего, химические в заимодействия качественно отличаются от ван дер Ваальсовских. Значит, форма движения, реализованная в результате ван дер Ваальсовских взаимодействий, также отличается от химической формы движения. Эта форма движения, поскольку — с точки зрения химических веществ — она основывается на внешнем взаимодействии, осуществляется так, что свойства и структура химических веществ остаются неизменными. В противоположность этому в химических взаимодействиях происходит деформация внешних электронных оболочек, в такой мере, чтобы она приводит к структурным, качественным изменениям.

В случае ван дер Ваальсовских взаимодействий *мы имеем дело с проявлением формы движения, качественно отличающейся от химической формы движения*. Ван дер Ваальсовские взаимодействия приводят к образованию некоторой части макроскопических тел, значит они относятся к макrofизическим формам движения.

Химические взаимодействия не влияют на структурные взаимодействия атомов, поэтому при образовании или разрушении химических связей структура, качество атомов не изменяется. Это конечно справедливо только в первом приближении, и не означает, что при образовании молекул и макромолекул атомы полностью остаются неизменными. Дело в том, что происходит изменение электронной конфигурации внешней оболочки атомов, но внутренние оболочки существенным образом не изменяются. Далее не происходит изменение структурных взаимодействий атомов, поэтому можно утверждать, что в химических процессах качество атомов остается неизменным. Структура и качество атомов определяется электромагнитным взаимодействием ядра и электронов. В этом случае опять так и *проявляется форма движения*,

отличная от химических форм движения, проявляется одна из микрофизических форм движения.

Здесь — в связи с взаимоотношением микрофизических и химических форм движения — надо ещё указать на то обстоятельство, которое является следствием взаимосвязанности указанных форм движения. А именно, что микрофизические формы движения приводят к проявлению атомов, и этим дают основу для проявления химической формы движения, т. е. без них не могла бы осуществляться и химическая форма движения. (Здесь мы пренебрегли тем, что есть и другие условия осуществления химических форм движения: соответствующие значения температуры и давления.) Итак, именно эти глубоко лежащие взаимодействия составляют причину поведения химических веществ, определяют химических процессов.

Elizabeth Nagy

THE CONCEPT OF THE CHEMICAL FORM OF MOTION IN MODERN CHEMISTRY

A differentiated revealing of the aspect and specificity of the chemical form of motion is made possible by the latest results of modern chemistry. The author strives to solve the problem by examining the interactions of inorganic nature and also by revealing the relationships within it. After studying the chemical interactions, placing them in the system of interactions, and after comparing them with the van der Waals and electromagnetic interactions, a definition of the aspect of the chemical form of motion and its differentiation from the macro- and microphysical forms of motion can be found. According to this definition, the totality of all those changes which result in chemical bonds or their decomposition, can be considered as chemical forms of motion.

